الجمهورية العربية السورية
جامعة المنارة
كلية الهندسة
قسم هندسة الميكاترونكس

جَـامعة
المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

التحكم الآلي بالبيوت الزراعية المحمية

مشروع تخرج /٢/

إعداد الطلاب

صالح أسامة صوفي　　شادي فهد غزلان

إشراف

الدكتور المهندس: محمد خير عبد الله محمد

الاستاذ المهندس: وسيم أحمد

العام الدراسي ٢٠٢٢ـ ٢٠٢٣

الفهرس

الفهرس ١

قائمة الأشكال ٣

الملخص..... ٦

Abstract ٧

الفصل الأول: مقدمة عامة..... ٨

١-١. تمهيد ٨

١-٢. مشكلة البحث ٨

١-٣. هدف المشروع..... ٨

١-٤. أدوات البحث..... ٩

١-٤-١. برنامج Matlab ٩

١-٤-٢. برنامج Solid works..... ٩

١-٤-٣. لوحة تطوير Arduino Uno ٩

الفصل الثاني: الدراسة المرجعية..... ١٠

٢-١. البيوت المحمية..... ١٠

٢-١-١. مبدأ العمل..... ١٠

٢-١-٢. التهوية ١١

٢-١-٣. التدفئة..... ١١

٢-١-٤. التبريد ١١

٢-٢. دراسات سابقة..... ١٢

٢-٢-١. التحكم في البيوت المحمية باستخدام إنترنت الأشياء IOT: ١٢
٢-٢-٢. تعزيز التهوية الطبيعية: ١٢
٢-٢-٣. تحسين التدفئة باستخدام نظام تدفئة مائي: ١٣
الفصل الثالث: مراحل العمل ١٤
٣-١. تصميم الهيكل الخارجي للبيت الزراعي ١٤
٣-٢. تصميم آلية فتح وإغلاق النافذة ١٥
٣-٣. محاكاة البيت الزراعي على برنامج Proteus: ١٩
الفصل الرابع: نموذج حركة روبوت الحراثة ٢١
٤-١. آلية عمل الروبوت: ٢١
٤-٢. دراسة وحساب العزم المطلوب للمحرك: ٢٢
٤-٣. دراسة مخطط الجسم الحر وحساب التسارع للروبوت: ٢٥
٤-٤. مراحل تصميم آلية حرث التربة: ٢٧
٤-٤-١. تركيب المحرك على جسم الروبوت: ٢٧
٤-٤-٢. تصميم شوكة الحراثة: ٢٨
الفصل الخامس: نتائج المحاكاة ٣٠
٥-١. محاكاة البيت الزراعي: ٣٠
٥-٢. محاكاة الروبوت: ٣١
الفصل السادس: الاستنتاجات والتوصيات ٣١
المراجع ٣٢

قائمة الأشكال

الشكل ١ اشكال البيوت المحمية ١٠
الشكل ٢ بنية نظام تحكم ببيت محمي باستخدام انترنت الأشياء ١٢
الشكل ٣ بيت بلاستيكي بسقف إضافي لتعزيز التهوية الطبيعية ١٣
الشكل ٤ الشكل الخارجي للبيت الزراعي ١٥
الشكل ٥ تصميم أجزاء النافذة ١٥
الشكل ٦ طريقة تركيب النافذة الخاصة بالبيت المحمي ١٦
الشكل ٧ دارة القيادة ١٦
الشكل ٨ تثبيت المحرك DC ١٧
الشكل ٩ مروحة التبريد المستخدمة ١٨
الشكل ١٠ التناسب الخطي بين الحرارة المقاسة والجهد ١٨
الشكل ١١ شكل الدارة الالكترونية ١٩
الشكل ١٢ روبوت الحراثة المستخدم ٢١
الشكل ١٣ مخطط روبوت الحراثة ٢٢
الشكل ١٤ الدارة الكهربائية للمحرك ٢٣
الشكل ١٥ القوى الخارجية المؤثرة على الجسم ٢٥
الشكل ١٦ تثبيت المحرك ٢٨
الشكل ١٧ الأجزاء المصممة للمحراث ٢٨
الشكل ١٨ آلية نقل الحركة ٢٩
الشكل ١٩ تشغيل المصباح واغلاق النافذة ٣٠

الإهداء

بِسْمِ اللَّـهِ الرَّحْمَـٰنِ الرَّحِيمِ

{ يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ}

صدق اللَّهُ العظيم

اللَّهُمَّ لَكَ الحَمْدُ كَمَا يَنْبَغِي لِجَلَالِ وَجْهِكَ وَعَظِيمِ سُلْطَانِكَ

اللهمَّ اجعلْ عملِي خالصًا لوجهكَ

أَهْدَى تَخْرُجِي الْمُتَوَاضِع إِلَى خَيْرِ الْخَلْقِ:

اللَّهُمَّ صَلِّ وَسَلِّمْ عَلَى سَيِّدِنَا مُحَمَّدٍ وَعَلَى آله وَصَحْبِهِ أَجْمَعِينَ

إلى من لا يضاهيهما أحد في الكون، إلى من أمرنا الله ببرّهما، إلى من بذلا الكثير، وقدّما ما لا يمكن أن يردّ، إليكما تلك الكلمات **أمي وأبي** الغاليان، أهدي لكما هذا البحث؛ فقد كنتما خير داعم لي طوال مسيرتي الدراسية.

الى **أصدقاء** الطرق جميعًا، الوعرة والسهلة، والمظلمة والمشرقة، أهدي هذا البحث إذ أقدم هذا الإهداء تعبيرًا عن امتناني لوجودهم في حياتي.

إلى **الأقارب** الذين وقفوا إلى جانبي، كما وقف أهلي أهدى هذا البحث، فأمنياتهم اللطيفة لي بالنجاح ودعمهم وتشجيعهم، مكّنتني اجتياز مرحلة من مراحل حياتي، فلكم جزيل الشكر، ووافر الاحترام.

أَتَقَدَّم بِكَامِل الشُّكْر والتَّقْدِيرِ إِلَى **الدكتور المشرف** لِمَا أَبْدَاهُ مِنْ جُهُودٌ عَظِيمَةٌ وَآرَاء سديدة أَغْنَت الْبَحْث لِيَظْهَر بِالصُّورَة الْحَالِيَّةِ.

الدكتور مُحَمَّدٍ خَيْرِ مُحَمَّد

إِلَى **اساتذتي الموقرين** الى مَنْ أَخَذُوا بِأَيْدِينَا فَبَنَوْا لَنَا جِسْرًا لنجتاز خَنْدَقًا وشيدوا لَنَا الدَّرَجَات لنرتقي عَلَيْهَا اهديكم ثَمَرَة جَهْدُكُم مَعِي (الدكتور إيَاد حَاتِم، الدكتور عَلَاءُ الدِّينِ حُسَامُ الدِّينِ، الدكتور رامِز قُدْسِيَّة، الدكتور بَسّام عَطِيَّة، الدكتور نَائِل دَاوُد، الدكتور فَأَدِّي مُتَوَّج، الدكتور نسمت أَبُو طبق).

أَخِيرًا

إِلَى كُلِّ مِنْ دَعَا لِي (إن شَاءَ اللَّهُ شوفك أَحْلَى مهندس)

إِلَى كُلِّ مِنْ زَرْعٍ فِي عَقْلِيٌّ عَلِم وغَرَسَ فِي قَلْبِي اطْمِئْنان وهذَب فِي نَفْسِي سُلُوك

إِلَى كُلِّ مِنْ سَاعَدَنِي وَكَان عَوْناً لِي لَكُم أُهْدِيَ هَذَا التَّخَرُّج.

الملخص

يهدف هذا المشروع إلى التحكم ببعض العوامل البيئية المؤثرة في نمو المزروعات، مثل الحرارة والتهوية، بالإضافة إلى ذلك سيتم حراثة التربة عن طريق موبايل روبوت ضمن البيوت المحمية الزراعية. تقوم فكرة المشروع على تصميم نموذج لبيت زراعي محمي مؤتمت يتم التحكم بحرارته وتهويته بطريقة آلية. لا يسعى المشروع لأن يشكل بديلاً عن اليد العاملة في هذا المجال، بل هو مساعد ومكمل لها في الإشراف على البيوت الزراعية بقصد توفير الوقت والكلفة وزيادة الإنتاج. تم تصميم بيت زراعي محمي بشكل مصغر وضبط درجة حرارته عن طريق نافذة للتهوية تم تصميمها مسبقا وتمت محاكاة البيت الزراعي على برنامج Proteus. في نهاية البحث، تم الوصول الى نموذج ميكانيكي وحساب تسارع الروبوت بالإضافة لتصميم آلية لرفع وهبوط شوكة الحفر.

Abstract

This project aims to control some environmental factors affecting the growth of crops, such as heat and ventilation, in addition the soil will be plowed by a mobile robot within greenhouses. The idea of the project is to design a model of an automated greenhouse whose temperature and ventilation are controlled automatically. The project does not seek to be a substitute for human workers in this field, but rather is an assistant and complement to them in supervising the farm houses, with the aim of saving time and cost and increasing production. A miniature greenhouse was been designed and its temperature controlled by a pre-designed ventilation window and greenhouse simulation using Proteus software. At the end of the research, A mechanical model was reached and the acceleration of the robot was calculated, in addition to designing a mechanism for raising and lowering the digging fork.

الفصل الأول: مقدمة عامة

١-١. تمهيد

تطور العلم بشكل كبير ومتسارع خصوصاً في السنوات الأخيرة، حتى أصبحت الآلة تحتل كل حياتنا، وظهرت أنواع من الآلات الذكية الصغيرة والكبيرة التي تقوم بأعمال أكثر دقة من الإنسان، أصبح من السهل التحكم بها عن بعد من أي مكان في العالم من خلال شبكة الانترنت العالمية.

وبما أن الإنتاج الزراعي هو أساس اقتصاد البلدان، كان من المهم جداً إدخال المكننة بمختلف أشكالها إلى هذا القطاع، من هنا تأتي أهمية هذا البحث لتكون إسهاماً في مجال بناء نظام بيت زراعي محمي مؤتمت يؤمن متطلبات النمو البيئية للمزروعات من حرارة وتهوية وغيرها بشكل آلي يقلل من الجهد والوقت المطلوب من المزارع.

١-٢. مشكلة البحث

تعد البيوت الزراعية المحمية واحدة من أهم ابتكارات الإنسان في المجال الزراعي، ورغم استخدامها في سوريا بشكل كبير، إلا أنها لا تزال تُطبق بطريقة تعتمد بشكل كبير على الجهد البشري مع ما يحمله ذلك من أخطاء في التدخل في الحالات المناخية القاسية والطارئة، وما يترتب على ذلك من خسائر مادية كبيرة، إضافة إلى الجهد والتكاليف الكبيرين اللذين يقتضيهما الإشراف البشري المباشر.

١-٣. هدف المشروع

يهدف هذا البحث إلى تصميم بيت زراعي محمي مؤتمت، يتم التحكم بتهويته ودرجة حرارته آلياً، وهي مقومات نمو المزروعات المحمية، والتي تتطلب متابعة دقيقة ومستمرة بهدف التعامل معها بشكل صحيح عند وصولها إلى قيم حدية مؤذية للنباتات، بالإضافة الى حراثة التربة نظرا لأهميتها في تهوية التربة وتحليل المواد العضوية وازالة النباتات الضارة وتوزيع السماد بطريقة متجانسة.

١-٤. أدوات البحث

١-٤-١. برنامج Matlab

Matlab هو برنامج رائد في التطبيقات الهندسية والرياضية من إنتاج شركة MathWorks. يسمح هذا البرنامج بإجراء العمليات الحسابية المختلفة والرسم البياني للتوابع الرياضية وبرمجة الخوارزميات المختلفة.

الهدف من استخدام البرنامج مع بيئة Simulink في البحث هو محاكاة النموذجين الميكانيكي والحراري بالاعتماد على المعادلات المستنتجة من دراسة النظام، وهو ما يتيح معرفة سلوك النظام المدروس قبل التنفيذ.

١-٤-٢. برنامج Solid works

برنامج Solid works هو عبارة عن تطبيق خاص بالتصميم الميكانيكي ثلاثي الأبعاد، ويمتاز بسهولة النمذجة وتحريك النموذج واختباره.

تم استخدام البرنامج في هذا البحث لتصميم قطع النموذج الميكانيكي، واستخراج قيم عزوم العطالة وقيم الكتل لكي يتم استخدامها في عملية المحاكاة على برنامج Matlab.

١-٤-٣. لوحة تطوير Arduino Uno

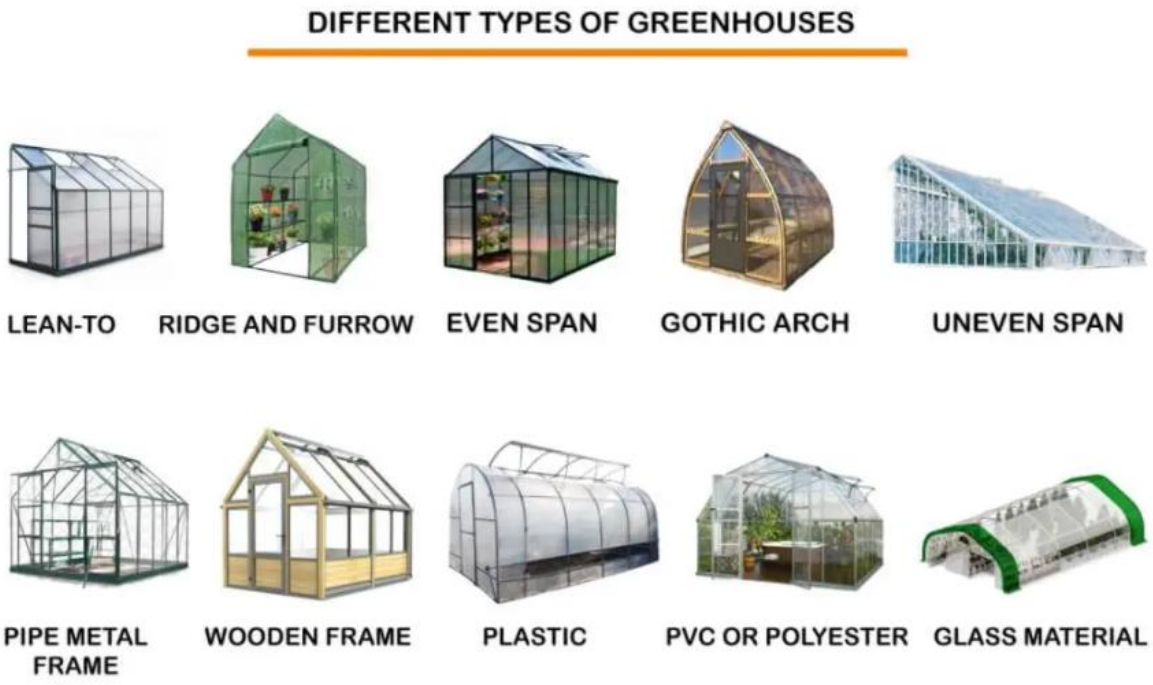
هو لوح تطوير إلكتروني يتكون من دارة إلكترونية مفتوحة المصدر مع متحكم دقيق يُبرمج عن طريق الحاسب، وهو مصمم لتسهيل استخدام الإلكترونيات التفاعلية في المشاريع متعددة التخصصات.

لقد تم تفضيل لوح التطوير أردوينو عن باقي المتحكمات لسهولة التعامل معه وربطه مع برنامج Matlab عن طريق منافذ تم تحميلها على Simulink والتي سوف يتم التعامل معها لتشغيل محرك DC لفتح وإغلاق النافذة داخل البيت الزراعي للتهوية.

الفصل الثاني: الدراسة المرجعية

٢-١. البيوت المحمية

تعد البيوت الزراعية أحد أهم طرق حماية النباتات من عوامل المناخ، وتملك هذه البيوت أنواعاً عديدة كما الشكل ١، حيث تكون ذات أشكال ومواد وأغطية تجعلها مختلفة فيما بينها، وعادة ما يتم تزويد هذه البيوت بأجهزة تبريد أو تدفئة، وتعتمد تكلفة إنشاء هذه المنشآت على جودتها.



الشكل 1 اشكال البيوت المحمية

٢-١-١. مبدأ العمل

يتم الوصول إلى درجة الحرارة المناسبة في البيت المحمي لأن الإشعاع الشمسي الساقط يمر عبر السقف والجدران الشفافة وتمتصه الأرضية والأرض والمحتويات التي تصبح أكثر دفئًا. ونظرًا لأن الهيكل غير مفتوح

على الغلاف الجوي، فلا يمكن للهواء الدافئ الهروب من البيت المحمي، وبالتالي ترتفع درجة الحرارة داخل الدفيئة [1]

٢-١-٢. التهوية

تعتبر التهوية من أهم عوامل نجاح الدفيئة، إذا لم تكن هناك تهوية مناسبة، يمكن أن تصبح البيوت المحمية ونباتاتها النامية عرضة للمشاكل. تتمثل الأغراض الرئيسية للتهوية في تنظيم درجة الحرارة والرطوبة إلى المستوى الأمثل، وضمان حركة الهواء وبالتالي منع تراكم مسببات الأمراض النباتية. تضمن التهوية أيضًا توفير الهواء النقي لعملية التمثيل الضوئي وتنفس النبات، وقد تسمح بوصول الملقحات المهمة إلى محصول البيت المحمي [1]

٢-١-٣. التدفئة

تعتبر التدفئة أو الكهرباء من أكثر الأمور كلفة في تشغيل البيوت المحمية الزراعية في جميع أنحاء العالم، وخاصة في المناخات الباردة. تتمثل المشكلة الرئيسية في تدفئة البيوت بدلاً من المبنى الذي يحتوي على جدران صلبة غير شفافة في مقدار الحرارة المفقودة من خلال غطاء البيت المحمي. نظرًا لأن الأغطية تحتاج إلى السماح للضوء بالدخول فهي لا يمكن عزلها جيدًا. تستخدم معظم البيوت البلاستيكية الغاز الطبيعي أو الأفران الكهربائية عند الحاجة إلى حرارة إضافية [1]

٢-١-٤. التبريد

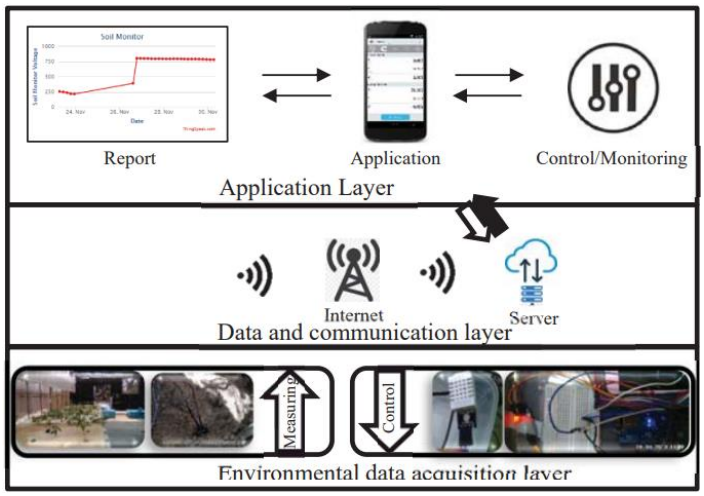
يتم التبريد عادةً عن طريق فتح النوافذ في البيت عندما يصبح الجو دافئًا جدًا بالنسبة للنباتات الموجودة في داخله. يمكن القيام بذلك يدويًا أو بطريقة آلية. كما يمكن إضافة عناصر تبريد أخرى مثل المراوح أو أنظمة تبريد بالتبخير في المناخات الحارة.

٢-٢. دراسات سابقة

٢-٢-١. التحكم في البيوت المحمية باستخدام إنترنت الأشياء IOT:

يمكّن النظام المقترح من قبل Ooa و Phyu في عام (٢٠٢١) المزارع من التحكم الآلي أو اليدوي. في هذا النظام، يتم إرسال جميع البيانات البيئية للبيت البلاستيكي إلى المخدم السحابي وتخزينها. لذلك، يمكن للمزارع مراقبة البيانات البيئية للبيت البلاستيكي والتحكم فيها من خلال هاتف Android المحمول كما في الشكل ٢.

في هذا البحث، تتم المعالجة المسبقة للبيانات أيضًا للتنبؤ بدرجات الحرارة المستقبلية. من خلال النظام المقترح، تم الحفاظ على الظروف الجوية للنباتات في الدفيئة بشكل مناسب لنمو الخضروات، ليتمكن النظام من توفير الوقت والمال وزيادة الإنتاجية الزراعية أيضاً [2].



الشكل 2 بنية نظام تحكم ببيت محمي باستخدام انترنت الأشياء

٢-٢-٢. تعزيز التهوية الطبيعية:

اقترح Lucas McCartney و Mark G.Lefsrud نظاماً لتعزيز التهوية الطبيعية باستخدام نظام رش مؤتمت. حيث قاما بتصميم بيت محمي بجدران جانبية عالية وفتحات جانبية كبيرة الحجم وفتحة سقف وسقف داخلي إضافي كما في الشكل ٣. تم وضع نظام يرش رذاذ الماء بين السقف العلوي والسقف الداخلي المضاف. يوجه السقف الإضافي الهواء المبرد نحو المساحة الرئيسية للبيت الزجاجي ويمنع قطرات الماء من

الوصول إلى المحصول. وكانت النتيجة الوصول إلى تبريد يتراوح من ١.٣ إلى ٣.٦ درجة مئوية وزادت الرطوبة النسبية بنسبة ٥.٧–١٧.٧٪. باستخدام جزء بسيط من الكهرباء المستخدمة بواسطة تقنيات مماثلة [3]

الشكل 3 بيت بلاستيكي بسقف إضافي لتعزيز التهوية الطبيعية

٢–٢–٣. تحسين التدفئة باستخدام نظام تدفئة مائي:

قام yasunaga Iwasaki ومجموعة باحثين بتصميم نظام يهدف إلى تخفيف تكلفة استهلاك الوقود في البيوت المحمية التي تعتمد على سخانات تعمل بالوقود. قام الباحثون بإضافة خزان حراري يتم فيه تسخين المياه بالاعتماد على سخان يعمل على الوقود بالإضافة إلى قيام السخان بتسخين الهواء. ومن ثم تقوم مجموعة من المضخات بدفع الماء عبر أنابيب مغلقة ضمن التربة لتعود إلى الخزان الحراري مرة أخرى. وكانت النتيجة زيادة فعالية التسخين إذ قل استهلاك الوقود بمقدار ٥٥٪.[4]

الفصل الثالث: مراحل العمل

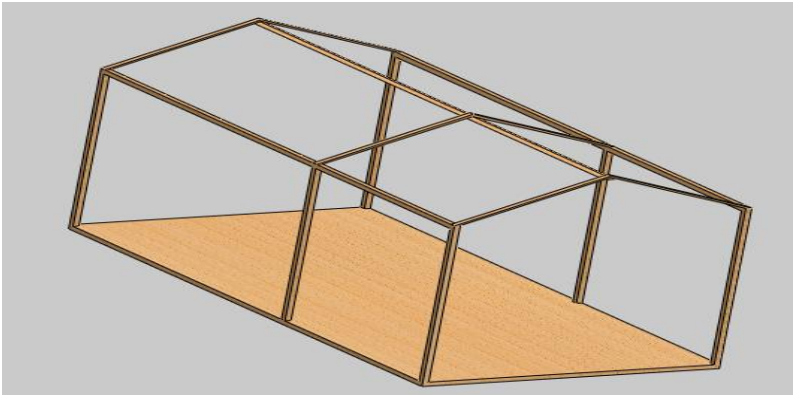
لقد تم سابقاً إنجاز عدة مراحل من العمل لتنفيذ نموذج بشكل مصغر للتحكم الآلي في البيوت المحمية وهي:

- تصميم آلية فتح وإغلاق النافذة للتهوية الطبيعية
- حساب العزم اللازم للمحرك لفتح النافذة، والمدة الزمنية لفتح النافذة بواسطة Matlab-Simulink
- نمذجة ومحاكاة تغيرات درجة حرارة الحيز الداخلي للبيت المحمي
- حساب التدفقات الحرارية الداخلة والخارجة للبيت المحمي
- كمية الحرارة المقدمة من الاشعاع الشمسي والنبات
- محاكاة منظومة التحكم بدرجة حرارة الحيز الداخلي

سنستعرض في هذا الفصل ما تم إنجازه من المراحل الخاصة بتحقيق هدف المشروع بشكل تنفيذي، حيث تم في البداية إنشاء نموذج مصغر للبيت المحمي (البلاستيكي)، وذلك لتطبيق كافة التصاميم الأخرى عليه.

٣-١. تصميم الهيكل الخارجي للبيت الزراعي

تم انشاء الهيكل الخارجي من مادة الخشب حيث مساحة القاعدة ٥٠*١٠٠ سم وارتفاع ٥٠ سم، يبين الشكل ٤ تصميم الشكل الخارجي وذلك بواسطة برنامج Solid Works.



الشكل 4 الشكل الخارجي للبيت الزراعي

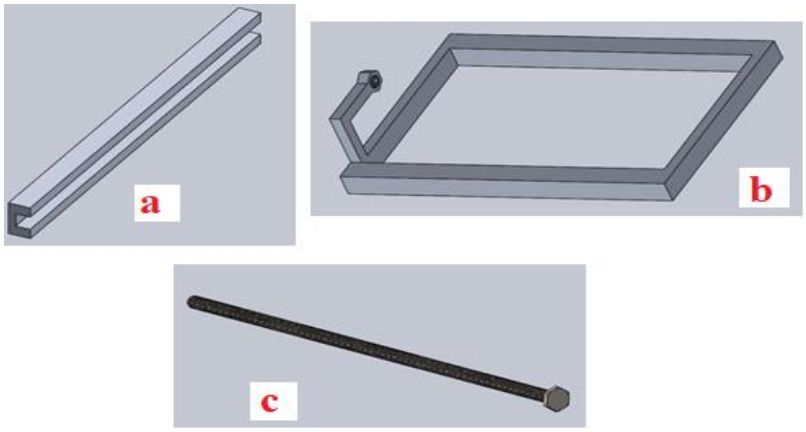
٣-٢. تصميم آلية فتح وإغلاق النافذة

تم تصميم النافذة الخاصة بالبيت المحمي بواسطة برنامج Solid works، وهي تتألف من:

١) مجرى النافذة الموضح في الشكل (٥-a) ويبلغ طوله ٦٠ سم.

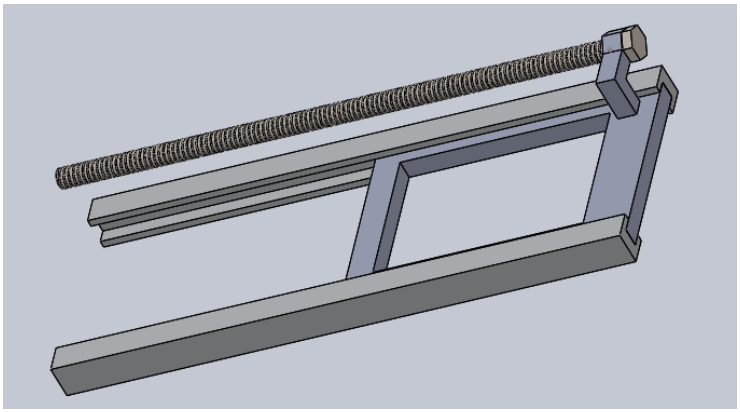
٢) الهيكل الخارجي للنافذة بأبعاد ٢٠ * ٣٠ سم، كما في الشكل (٥-b).

٣) لولب خاص لتنفيذ حركة النافذة، موضح في الشكل (٥-c). يبلغ طول اللولب ٦٠ سم وقطره ١٢ ملم، وتبلغ الخطوة pitch ١.٥ ملم.



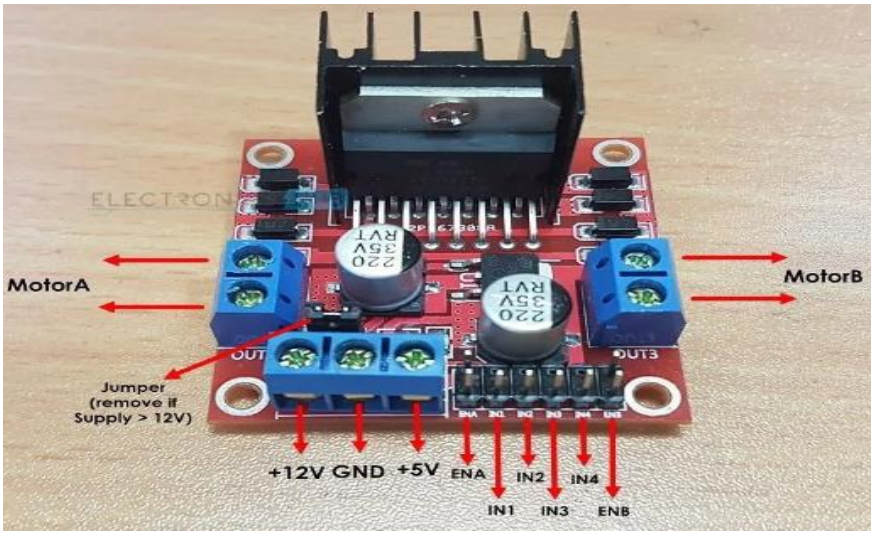
الشكل 5 تصميم أجزاء النافذة

تم تنفيذ كل من النافذة والمجرى باستخدام مادة الألمنيوم، وتم تصنيع اللولب من معدن الحديد، ويوضح الشكل ٦ طريقة تجميع القطع السابقة.



الشكل 6 طريقة تركيب النافذة الخاصة بالبيت المحمي

سيتم العمل على دارة القيادة L298N وهي عبارة عن دارة H–Bridge قادرة على قيادة محرك DC والتحكم بجهة دورانه وسرعته، يعبر الشكل ٧ عن شكل الدارة ومنافذ الدخل و الخرج لها



الشكل 7 دارة القيادة

الهدف من استخدامها التحكم بجهة الدوران لفتح وإغلاق نافذة التهوية عبر المنافذ IN1, IN2 وفق الجدول المنطقي التالي:

STATE	IN1	IN2
Off	0	0
Left	0	1
Right	1	0

يوضح الشكل ٨ أيضا كيفية تثبيت المحرك من أجل تدوير اللولب

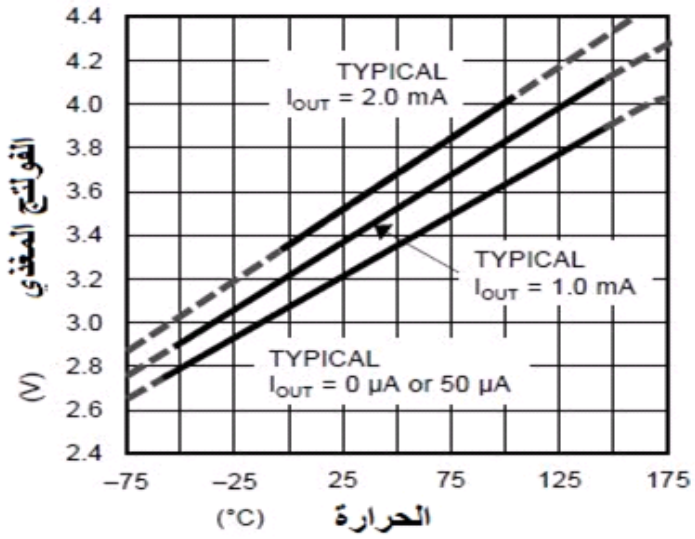
الشكل 8 تثبيت المحرك DC

لقد تم استخدام مروحة تبريد بأبعاد ١٢*١٢ سم تعمل على ١٢ فولت DC كما هو موضح في الشكل ٩ ، نظرًا لانخفاض تكلفتها، واستهلاكها كمية أقل من الطاقة بالمقارنة بطرق التبريد الميكانيكية .

الهدف من استعمالها هو تخفيض درجة الحرارة داخل البيت المحمي، بحيث تعمل عند درجات حرارة أعلى من ٣٠ درجة، حيث يتم التبريد عن طريق التهوية الطبيعية بمساعدة النافذة بالإضافة لمروحة التبريد.

الشكل 9 مروحة التبريد المستخدمة

سيتم قياس الحرارة عن طريق LM35 وهو عبارة عن مستشعر درجة حرارة تناظري متكامل يكون خرجه الكهربائي متناسبًا خطيا مع درجة الحرارة المئوية، نطاق العمل يتراوح من −٧٥ إلى ١٧٥ درجة مئوية بدقة ٠.٠٥٪، وحساسية ١٠ميلي فولت على كل درجة حرارة مئوية كما هو موضح في الشكل ١٠.

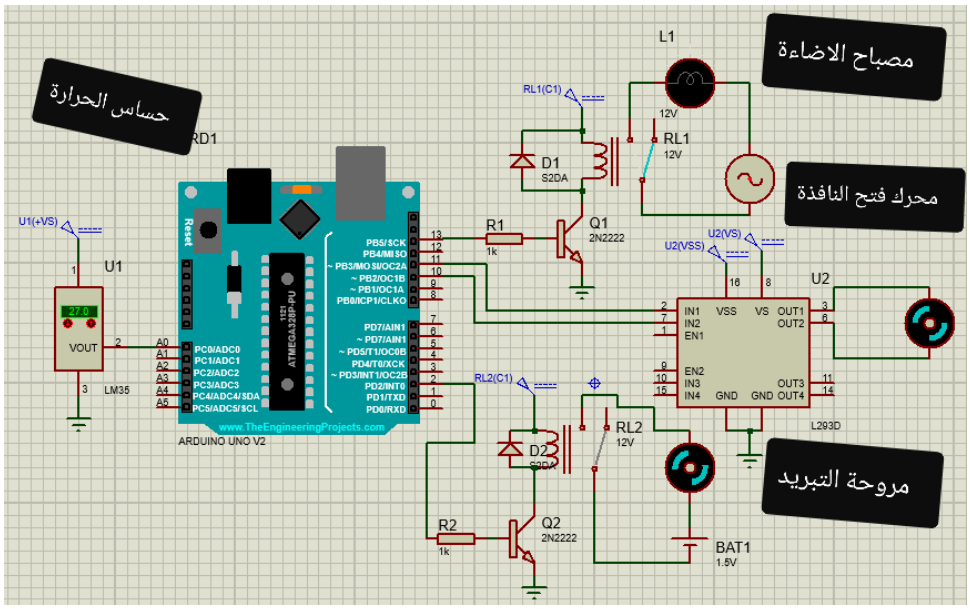


الشكل 10 التناسب الخطي بين الحرارة المقاسة والجهد

تم استخدام مصباح ضوئي يعمل على جهد متناوب ٢٢٠ فولت. نظرا لدور الإضاءة في عملية التسخين وتكلفتها المادية القليلة وصغر حجم الحيز الداخلي في البيت المحمي الذي تم تصميمه، تمت الاستعاضة بها عن السخان للتدفئة، بحيث يتم تشغيل الإنارة عند درجة حرارة أقل من ٢٠.

٣-٣. محاكاة البيت الزراعي على برنامج Proteus:

تم العمل في بيئة Proteus لمحاكاة عمل البيت الزراعي وتمثيل القطع الالكترونية المستخدمة للتحكم بدرجة حرارته، كما يوضح الشكل ١١.



الشكل 11 شكل الدارة الالكترونية

نلاحظ في الدارة توصيل حساس الحرارة على منفذ القراءة التشابهي A0 في لوحة الأردوينو.

لا يقوم المتحكم بقراءة الحرارة بشكل مباشر وإنما يجب تحويلها وفقا للمبدل الرقمي التماثلي الموجود في الأردوينو كما يلي:

$$temperature = \frac{value(A0) * 500}{1023}$$

تم استعمال ريليه للتحكم بتشغيل المروحة و وشيعة التسخين المعبر عنها بمصباح الإضاءة،

حيث إن آلية عمل الريليه تسمح بمرو تغذية للعنصر الكهربائي بعد تطبيق جهد على ملف الريليه لينتقل التلامس من Normly Open إلى Normaly Close، بالإضافة إلى استعمال الديود على طرفي الملف للريليه للحماية من مرور تيار عكسي.

– تم استخدام ترانزستور للعمل كمفتاح كهربائي مع مقاومات لحماية لوح الاردوينو.

– تم استخدام دارة القيادة L298N لتغذية المحرك لأن لوحة الاردوينو لا تعطي جهداً أكبر من ٥ فولت، وللحاجة لها في فتح وإغلاق النافذة من خلال إمكانية التحكم بجهة الدوران.

الفصل الرابع: نموذج حركة روبوت الحراثة

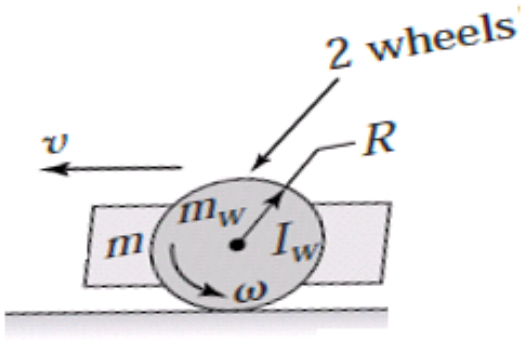
نظرا لأهمية حراثة التربة لنمو النبات وزيادة الإنتاجية، يهدف هذا البحث إلى تصميم روبوت مقاد بشكل آلي لحراثة التربة من أجل تهويتها و القضاء على الحشائش ، وبالتالي تحلل المواد العضوية من خلال تنشيط الأحياء المجهرية ، وأكسدة بعض المواد السامة، وتبادل الغازات بين الجذور والتربة من جانب وبين التربة والغلاف الجوي من جانب آخر .

٤-١. آلية عمل الروبوت:

الشكل 12 روبوت الحراثة المستخدم

يتكون الروبوت من عجلتين بعزم دوران للمحرك يعادل ٠.٠١ نيوتن*متر، يمثل الشكل ١٢ شكل الروبوت المستخدم قي البحث ، و هو يعمل على تغذية ٣.٦ فولت، و يبلغ وزنه حوالي ٤٠٠ غرام، حيث سيتم استخدامه لحرث التربة وفق مسار ومنطقة عمل محددة، يتم التحكم بمساره عن طريق أمر من المتحكم عند انتهاء المؤقت الزمني.

٤-٢. دراسة وحساب العزم المطلوب للمحرك:



الشكل 13 مخطط روبوت الحراثة

تعطى علاقة الطاقة الحركية للروبوت في الشكل ١٣:

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}(2m_w v^2) + \frac{1}{2}(2I_w\omega^2) \quad [5]$$

m: كتلة الروبوت

m_w: كتلة العجلات للروبوت

I_w: عزم العطالة للعجلات

v : سرعة الروبوت

و لكن :

$$v = R\omega$$

R: نصف قطر العجلة

ω : السرعة الزاوية للعجلات

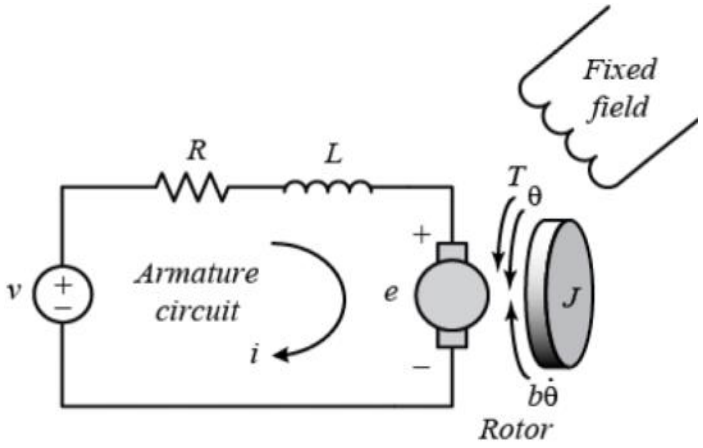
$$KE = \frac{1}{2}mR^2\omega^2 + \frac{1}{2}(2m_wR^2\omega^2) + \frac{1}{2}(2I_w\omega^2)$$

$$KE = \frac{1}{2}\omega^2(mR^2 + 2m_wR^2 + 2I_w)$$

ومنه نحصل على عزم العطالة الكلي :

$$J = mR^2 + 2m_wR^2 + 2I_w$$

يعبر عن المحرك بالدارة الكهربائية كما هو موضح في الشكل ١٤:



الشكل 14 الدارة الكهربائية للمحرك

النموذج الرياضي للجزء الكهربائي في المحرك يعبر عنه كما يلي :

$$L\frac{di}{dt} + Ri + e = v$$

L : معامل التحريض الكهربائي

R : المقاومة الكهربائية

v : الجهد المطبق على المحرك

e : القوة المحركة العكسية

i : التيار الكهربائي

$$e = Kw$$

w : السرعة الزاوية

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{L}(v - Ri - Kw)$$

$$i = \int \frac{v - Ri - Kw}{L} dt$$

علما أن:

$$T_{m=}Ki$$

T_m: عزم المحرك

K: الثابت الميكانيكي

بتطبيق قانون نيوتن الثاني في الحركة الدورانية:

$$\sum T=J\ \theta"\quad [6]$$

$$T_m - b\omega - T_L = J\omega'$$

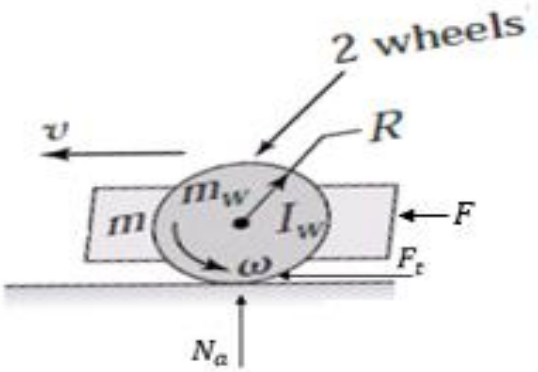
T_L: عزم الحمل

b: معامل التخميد الدوراني

$$\rightarrow \omega' = \int \frac{Ki - b\omega - T_L}{J}$$

ومنه يمكن حساب عزم وسرعة المحرك وتنفيذ المحاكاة باستخدام Matlab/Simulink

٤-٣. دراسة مخطط الجسم الحروحساب التسارع للروبوت:



الشكل 15 القوى الخارجية المؤثرة على الجسم

بحسب القانون الثاني لنيوتن في الحركة الانسحابية لجسم صلب على مستوي x:

$$\sum F_x = m(a_G)_x$$

$(a_G)_x$: التسارع الانسحابي على المستوي x

وبالاعتماد على الشكل ١٥:

$$F + \mu N_a = ma$$

m: كتلة الروبوت

F: قوة دفع العجلات

μ: معامل احتكاك العجلات مع سطح الأرض

N_a: القوة الناظمية لرد الفعل

a: تسارع الروبوت

علاقة الحركة الانتقالية لجسم الروبوت على مستوي y:

$$\sum F_y = m(a_G)_y$$

$m(a_G)_y$: التسارع الانسحابي على المستوي y

ومنه نحصل على العلاقة:

$$N_a = mg$$

بحسب قانون نيوتن الثاني في الحركات الدورانية :

$$\sum M_G = I_G \alpha \qquad [7]$$

α : التسارع الزاوي

I_G : عزم العطالة الكلي حول مركز ثقل الروبوت

بإهمال كتلة العجلات مقارنة بكتلة الروبوت تصبح العلاقة :

$$\sum M_G = 0$$

$$rF - AF_t = 0$$

r: نصف قطر العجلة

F_t: القوة الناتجة عن الاحتكاك

حيث أن:

$$F_t = \mu N_a$$

و بالتالي يمكن الوصول إلى المعادلتين التاليتين :

$$\begin{bmatrix} m & -\mu \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ N_a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F \\ mg \end{bmatrix}$$

حيث يمكن حساب التسارع

٤-٤. مراحل تصميم آلية حرث التربة:

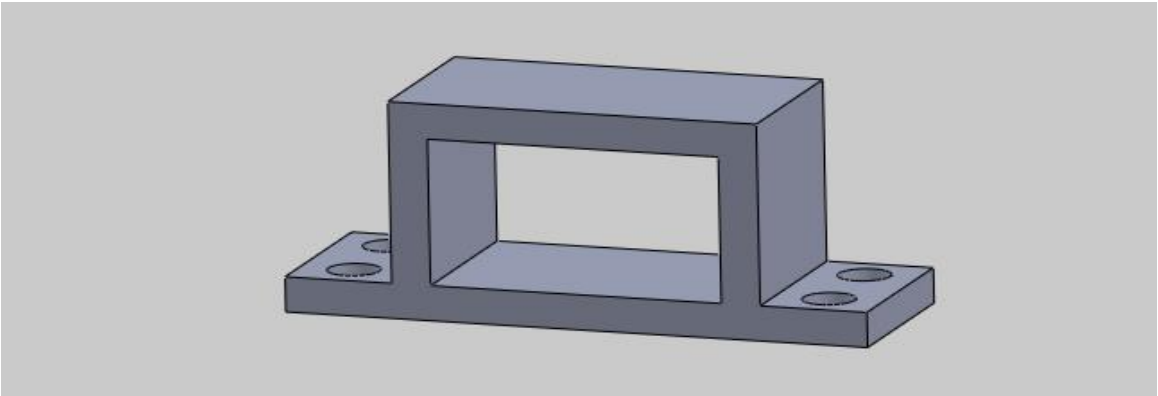
سوف يتم حرث التربة عن طريق أداة تشبه شوكة الحديقة، تم تصميم حاملها على شكل جريدة مسننة لتأمين نقل الحركة بشكل انسحابي بواسطة مسنن يتوضع على محور المحرك.

٤-٤-١. تركيب المحرك على جسم الروبوت:

تم استعمال محرك سيرفو لقدرته على التحكم في الموضع، يبين الجدول التالي مواصفات المحرك المستخدم:

الاسم	جهد التغذية	العزم الاسمي	سرعة الدوران	الوزن	زاوية الدوران
SG90	4.8 v	1.2 kg.cm	100 rpm	9 g	180

تم بواسطة برنامج Solid works تصميم قطعة لتثبيت المحرك على سطح الروبوت وفق ابعاد تم قياسها على هيكل المحرك، كما يبين في الشكل ١٦:



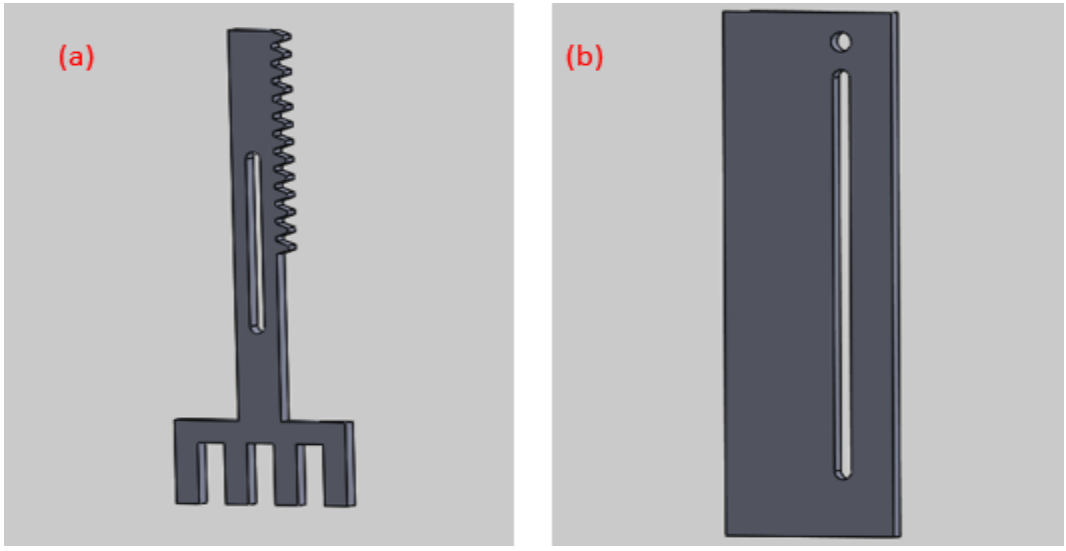
الشكل 16 تثبيت المحرك

٤-٤-٢. تصميم شوكة الحراثة:

تم العمل على تصميم آلية لرفع وإنزال شوكة الحراثة وهي تتألف من الأجزاء:

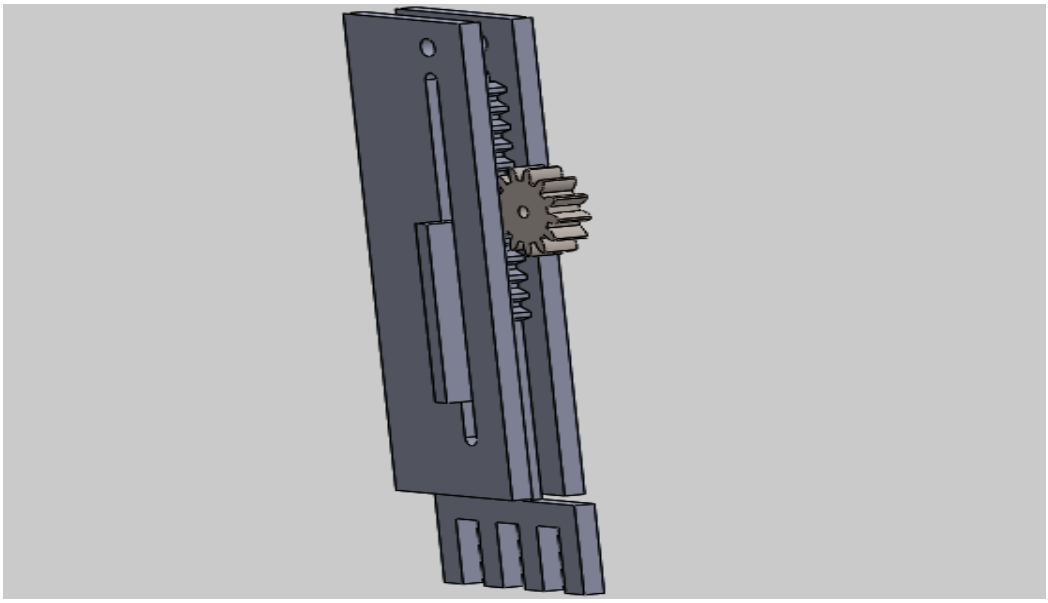
١) شوكة الحراثة بجريدة مسننة الموضحة في الشكل(a-١٧) ويبلغ طولها ٨٥ مم.

٢) قطعة لتثبيت مجرى مجال الحركة للشوكة، كما في الشكل (b-١٧).



الشكل 17 الأجزاء المصممة للمحراث

تم تنفيذ القطع السابقة من مادة Plexiglas حيث يتميز بصلابته، يبين الشكل ١٨ طريقة تجميع القطع السابقة.



الشكل 18 آلية نقل الحركة

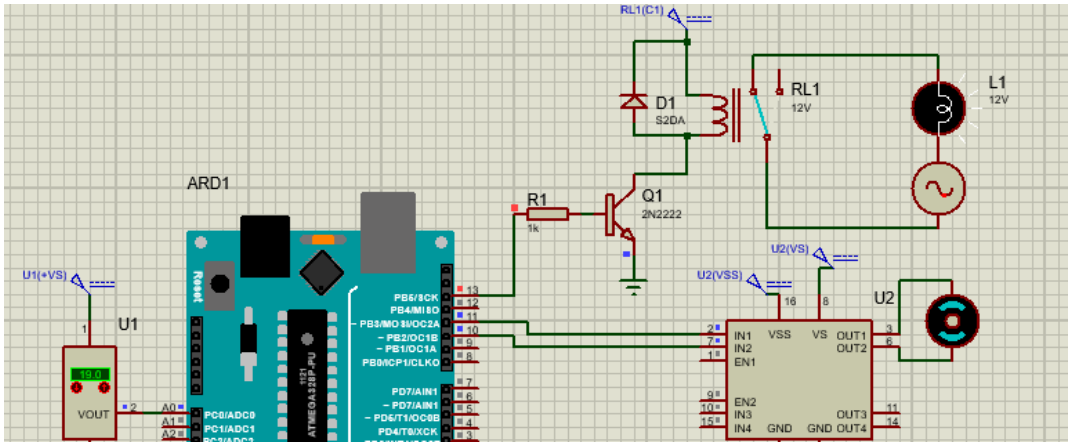
الفصل الخامس: نتائج المحاكاة

٥-١. محاكاة البيت الزراعي:

تم تصميم كود برمجي للتحكم بآلية العمل

- عند درجة حرارة أكبر أو تساوي ٣٠ يتم فتح نافذة التهوية بعد التحقق من حالتها إن كانت مفتوحة مسبقا، بالإضافة الى تشغيل مروحة التبريد.
- عند درجة حرارة بين ٣٠ و ١٥ يتم إيقاف تشغيل المروحة مع ترك النافذة مفتوحة للتهوية طبيعياً.
- عند درجة حرارة أقل أو تساوي ١٥ يتم إغلاق نافذة التهوية وتشغيل التسخين المعبر عنه كمصباح

في هذا المشروع، يوضح الشكل ١٩ ذلك



الشكل 19 تشغيل المصباح واغلاق النافذة

٥-٢. محاكاة الروبوت:

تمت محاكاة تسارع الروبوت عن طريق برنامج Matlab حيث تم حسابه وفق بارامترات الروبوت من حيث الوزن ومعامل الاحتكاك مع سطح الأرض وعزم المحرك على العجلات، بعد حل المعادلات وادخال البيانات تم حساب تسارع الروبوت.

الفصل السادس: الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

- يستطيع النموذج أن يحاكي البيئة الداخلية للبيت البلاستيكي
- يمكن من خلال الروبوت تطوير أساليب الأتمتة الزراعية (حراثة_ تقليم أغصان _ ري _رش البذور..الخ)
- تقليل الجهد على المزارع وتوفير الوقت والكلفة

التوصيات:

- يمكن تطوير النموذج ليحاكي الرطوبة و تركيز غاز ثنائي أكسيد الكربون
- ربط النموذج مع نظام انترنت الأشياء (Internet of Things) والتحكم به عن بعد
- تنفيذ أعمال زراعية متعددة المهام
- استخدام تقنيات معالجة الصورة والذكاء الصنعي في الكشف عن أمراض النباتات

المراجع

1. Tewolde, Fasil T.; Lu, Na; Shiina, Kouta; Maruo, Toru; Takagaki, Michiko; Kozai, Toyoki; Yamori Wataru. Nighttime Supplemental LED Inter-lighting Improves Growth and Yield of Single-Truss Tomatoes by Enhancing Photosynthesis in Both Winter and Summer. Front Plant Sci. 2016; 7: 448.

2. Oo, Z. Z., & Phyu, S. (2021). Greenhouse environment monitoring and controlling system based on IoT technology. PROCEEDINGS OF GREEN DESIGN AND MANUFACTURE 2020. doi:10.1063/5.0045617

3. Lucas McCartney and Mark G.Lefsrud (2017). The Natural Ventilation Augmented Cooling (NVAC) Greenhouse: Design Development, Analysis of Greenhouse Climate, and Plant Response. Bioresource Engineering Department, McGill University, 21,111 Lakeshore, Ste-Anne-de-Bellevue, Quebec, H9X 3V9, Canada
4. yasunaga Iwasaki and masaki aizawa(2013). Developing a new energy-saving, photosynthesis-promoting environmental control system for greenhouse production based on a heat pump with a heat storage system.
5. A.M. Kuethe and J.D. Schetzer (1959) *Foundations of Aerodynamics*, 2nd edition, p.53. John Wiley & Sons ISBN 0-471-50952-3.
6. Winn, Will (2010). *Introduction to Understandable Physics: Volume I - Mechanics*. Author House. p. 10.10. ISBN 978-1449063337.
7. *Marion, JB; Thornton, ST (1995).* Classical dynamics of particles & systems *(4th ed.). Thomson.* ISBN 0-03-097302-3.

الملحق

الكود الخاص بالتحكم بدرجة حرارة الحيز الداخلي للبيت الزراعي

```
const int LM35=A0;
const int heater=13;
const int open_window=11;
const int close_window=10;
const int fan=2;
const int t=5000;
int m=0;
void setup() {
Serial.begin(9600);
pinMode(open_window,OUTPUT);
pinMode(open_window,OUTPUT);
pinMode(close_window,OUTPUT);
pinMode(heater,OUTPUT);
pinMode(fan,OUTPUT);
}
void loop() {
  int value=analogRead(LM35);
  float mv=value*5000.0/1023.0;
  int temperature=mv/10;
Serial.println(temperature);
if(temperature<25 && temperature>=20 ) {
if(m==0){
digitalWrite(fan,LOW);
```

```
digitalWrite(heater,LOW);
digitalWrite(open_window,HIGH);
digitalWrite(close_window,LOW);
delay(t);
m=1; }
else
digitalWrite(fan,LOW);
digitalWrite(heater,LOW);
digitalWrite(open_window,LOW);
digitalWrite(close_window,LOW); }
else if( temperature<15) {
if(m==1) {
digitalWrite(fan,LOW);
digitalWrite(heater,LOW);
digitalWrite(open_window,LOW);
digitalWrite(close_window,HIGH);
delay(t);
m=0; }
else
digitalWrite(fan,LOW);
digitalWrite(heater,HIGH);
digitalWrite(open_window,LOW);
digitalWrite(close_window,LOW);
delay(2000); }
else if (temperature>=30) {
 if(m==0) {
```

```
digitalWrite(heater,LOW);
digitalWrite(fan,HIGH);
digitalWrite(open_window,HIGH);
digitalWrite(close_window,LOW);
delay(t);
m=1; }
 else
 digitalWrite(heater,LOW);
digitalWrite(fan,HIGH);
digitalWrite(open_window,LOW);
digitalWrite(close_window,LOW);
delay(2000); }
else
digitalWrite(heater,LOW);
digitalWrite(fan,LOW);
digitalWrite(open_window,LOW);
digitalWrite(close_window,LOW);
}
```